PER ARNOLD ELGQVIST OLSSON
PRESIDENTE, SERVICIOS TECNOLÓGICOS CORPORATICOS, S.C.

CONFERENCIA:

"LA CONFIABILIDAD DE RODAMIENTOS EN APLICACIONES EN MOTORES ELÉCTRICOS, BOMBAS CENTRÍFUGAS Y VENTILADORES INDUSTRIALES"

CONTENIDO:

- Fallas prematuras de rodamientos.
- Motores eléctricos:
  - La lubricación adecuada.
  - Rodamientos especiales.
  - Pruebas de funcionamiento.
  - Transporte y almacenaje.
- Bombas centrífugas:
  - Rodamientos típicos para bombas centrífugas.
  - Lubricación con niebla de aceite.
  - Instalación de la bomba.
  - Instalación de la tubería.
- Ventiladores industriales.
  - Rodamiento toroidal – la solución ideal.

Fallas prematuras de los rodamientos.

"Los Rodamientos son inocentes hasta que se demuestre lo contrario".

Los rodamientos en muy pocos casos fallan por causa propia, siempre y cuando consideramos rodamientos de marcas reconocidas por su calidad.

En la gran mayoría de las fallas, las causas son ajenas al rodamiento, pero el rodamiento es el que sufre las consecuencias. Este hecho subraya la importancia de siempre realizar un análisis de falla del rodamiento para establecer las causas raíz de la falla y poder tomar las acciones correctivas necesarias para evitar las recurrencias.
Un benchmarking a nivel mundial indica que el 36% de las fallas prematuras son causadas por una lubricación inadecuada, un 14% por contaminación. En México las fallas prematuras por problemas de lubricación alcanzan un 60%!!!

La confiabilidad de rodamientos en aplicaciones en motores eléctricos.

Dice un líder en fabricación y servicio de motores eléctricos:

- El 80% de las fallas de los motores es causado por fallas de los rodamientos.
- El 80% de las fallas de los rodamientos es causada por una lubricación inadecuada:
  - Lubricante erróneo.
  - Mezcla de lubricantes incompatibles.
  - Cantidades erróneas, exceso o falta.
- El resto de las fallas de los rodamientos es causado por:
  - Errores en el montaje.
  - Desalineación de los rodamientos o entre el motor y la máquina acoplada.
  - Disposición errónea de los rodamientos; fijo y libre
  - Rodamientos inadecuados.
  - Ajustes erróneos.
  - Sobrecarga de los rodamientos.
  - Contaminación.
  - Juego interno inadecuado.

Para la selección de una grasa adecuada siempre tome en cuenta:

1. Consistencia NLGI 2 a 3, siempre 3 para ejes verticales.
2. Viscosidad del aceite base ISO VG 68 a 100.
3. Alta resistencia a la oxidación.
4. Bajo torque a bajas temperaturas.
5. Buenas propiedades AW (antidesgaste).
6. Sin aditivos EP y sin aditivos sólidos (grafito o molibdeno).
7. Buena estabilidad mecánica y buenas características de canalización (= alto factor de velocidad nd_m).

Ejemplos: Grasas de alta calidad de complejo de litio, poliurea y grasas con aceites sintéticos.

Óptimo sistema de lubricación para motores críticos: Lubricación con niebla de aceite.

La lubricación con niebla de aceite proporciona las siguientes ventajas:

1. Incrementa la duración de los rodamientos hasta 6 veces.
2. Reduce el consumo de energía de 3 a 5%, reduciendo temperaturas de operación en 12 ºC en promedio.
3. Protege motores en stand-by.

Casos de referencia han mostrado:

- Reducción del consumo de energía, reduciendo coeficientes de fricción en un 25%.
- Incremento substancial de la confiabilidad de los equipos.
- Reducción del mantenimiento correctivo de los equipos hasta en un 60%.
- Preservación de los equipos durante tiempos muertos.
- Incremento de la seguridad del personal.

Recomendaciones generales:

1. Utilice rodamientos sellados y lubricados de fábrica donde sea posible:
   - Tapas metálicas en condiciones normales.
   - Sellos de contacto en ambientes contaminados (humedad, polvo, fibras, etc.)
   - En ambientes muy contaminados, además de utilizar rodamientos sellados llene las tapas al 100% de grasa.
2. Las recomendaciones sobre relubricación (intervalos y cantidades) son recomendaciones generales. Modifique en base a los resultados en la práctica.
3. Bombas manuales: Verifique la cantidad inyectada utilizando una báscula electrónica – utilice de preferencia grasa suministrada en cartuchos.
4. Prefiera motores donde la grasa relubricada pasa a través de los rodamientos.
5. Al utilizar lubricadores automáticos cerciórese de que la grasa inyectada sea una grasa aprobada para estos dispositivos. También verifique que la grasa puede ser drenada de acuerdo a la cantidad inyectada.
6. Utilice el personal adecuado para los labores de lubricación – bien capacitada y adiestrada.
7. Utilice solamente lubricantes de calidad. Los costos de los lubricantes son mínimos comparados con los costos de las fallas de los equipos. La intención de ahorrar en los precios de los lubricantes es un gran error, pero demasiado común.

Rodamientos especiales para impedir fallas prematuras causadas por paso de corriente.

Rodamiento rígido de bolas con recubrimiento aislante.

Anillo exterior recubierto con material aislante

Rodamiento rígido de bolas híbrido.

Elementos rodantes de material cerámico

Al reemplazar los rodamientos:

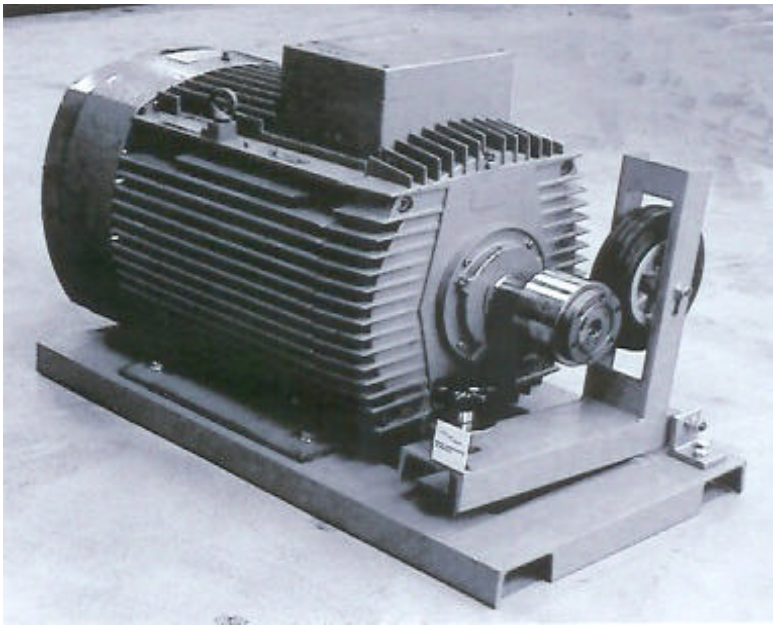
¡Utilice siempre los rodamientos recomendados por el fabricante!
(a menos de que se haya tenido fallas prematuras que deben dar lugar a análisis de falla que podría indicar razones para cambiar de variante o tipo de rodamiento).

Los arreglos de los rodamientos:

Reglas básicas:

- Siempre un rodamiento “fijo” (axialmente) y uno “libre” ó “fijación cruzada”.
- Motores pequeños generalmente utilizan rodamientos rígidos de bolas sellados y lubricados de por vida.
- Motores medianos y grandes son provistos con arreglos para su relubricación.
- Cuando se requiere relubricación frecuente es recomendado utilizar diseños provistos de válvulas de grasa para facilitar la purga del exceso de grasa.

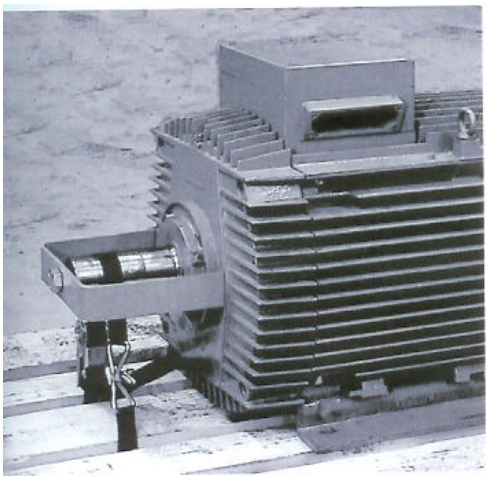
Pruebas de Funcionamiento.

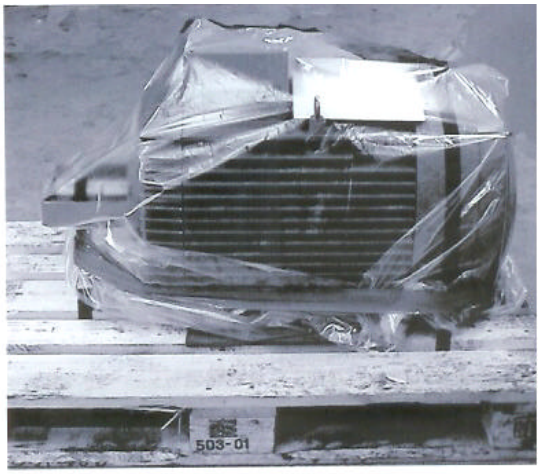


- Mientras no sea absolutamente indispensable, no realice pruebas en vacío de los motores eléctricos.
- En todo caso realice las pruebas de funcionamiento con una carga parcial, de preferencia mayor a la carga mínima indicada en el catálogo del fabricante correspondiente de los rodamientos.
- Si el rango de velocidad de giro es amplio, realice las pruebas a velocidades bajas o moderadas.
- Verifique las vibraciones.
- Verifique el ruido. Cuidado al escuchar el ruido típico de los rodamientos por no tener la carga mínima, o sea un chillido al patinar los elementos rodantes en las pistas en lugar de rodar.
- Verifique la temperatura.
- Verifique el funcionamiento de los sellos.

Transporte y Almacenaje.

- Los ejes deben ser fijados o ligeramente tensionados para evitar daños (falso brinelling) causados por las vibraciones.
- Cubra o envuelva el motor o el ensamble para evitar su contaminación.





La Confiabilidad de Rodamientos en Aplicaciones en Bombas Centrífugas.

Rodamientos Típicos para Bombas Centrífugas.

	Carga radial	Carga axial (ambas direcc.)	Velocidad
Rodamiento rígidos de bolas	X	X	XXXX
Rodamiento de dos hileras de bolas con contacto angular	XX	XX	XXX
Rodamiento de bolas con contacto angular apareado	XX	XXXX	XXX
Juego PumPac®	XX	XXXX una dirección / XX otra dirección	XXX

	Carga radial	Carga axial (ambas direcc.)	Velocidad
Rodamiento de rodillos cilíndricos	XXX	-	XXXX
Rodamiento de rodillos a rótula	XXXX	XX	XX
Rodtos. de rodillos cónicos apareados	XXXX	XXXX	XX

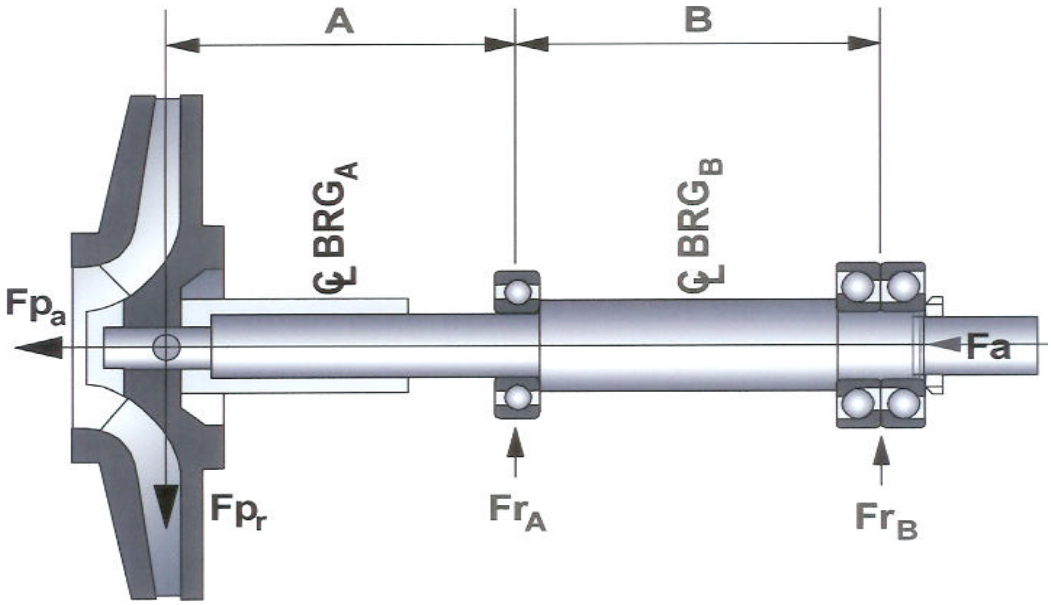
Clave: X - Bajo XX - Moderado XXX - Alto XXXX - Muy alto

SERVICIOS TECNOLÓGICOS CORPORATIVOS, S.C.

Existen dos organizaciones en los Estados Unidos que emiten especificaciones muy completas en cuanto al diseño de las bombas centrífugas, indicando los tipos y arreglos de rodamientos que se debe utilizar, así como las reglas para su selección y su lubricación.
API (American Petroleum Institute) indica un arreglo con dos rodamientos de bolas con contacto angular (40 º) apareados espalda con espalda para soportar la carga axial, de preferencia lubricado con niebla de aceite.

ANSI (American National Standardization Institute) especifica la utilización de un rodamiento de dos hileras de bolas con contacto angular en lugar de dos rodamientos apareados.

En la Fig. 1 se puede ver el esquema típico de las cargas que actúan sobre los rodamientos en una bomba con diseño de acuerdo a las especificaciones API 610.



Consideraciones para los rodamientos de una hilera de bolas con contacto angular (API)

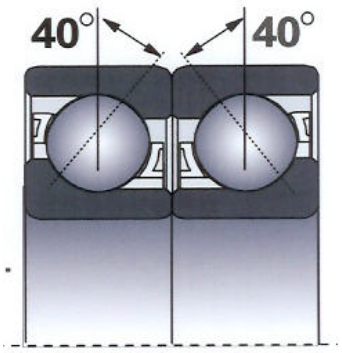


Fig. 2

- Ángulo de contacto.
- Diseño y maquinado para Apareado Universal.
- Juego o precarga según el diseño y las condiciones de operación de la bomba.
- Tolerancias para flecha y alojamiento.
- Diseño y material de la jaula.
- Clase de precisión.

Condiciones de operación de los rodamientos en las bombas centrífugas.

Lo normal en las bombas centrífugas es la generación de una carga axial por la succión generada por el impulsor. Esta carga axial es soportada por uno de los rodamientos, por lo que lo podemos llamar el rodamiento activo. El rodamiento opuesto puede estar sometido a cargas muy pequeñas o hasta nulas, por lo que lo llamamos el rodamiento inactivo. Ambos rodamientos requieren de una óptima lubricación, ya que el primero está sujeto a fuertes cargas axiales, y el segundo puede estar operando con una carga inferior a la carga mínima requerida. Esta es la razón de que existe una variedad de arreglos con diferentes juegos o precargas, de los cuales hay que seleccionar el más adecuado para cada caso según sus condiciones de operación.

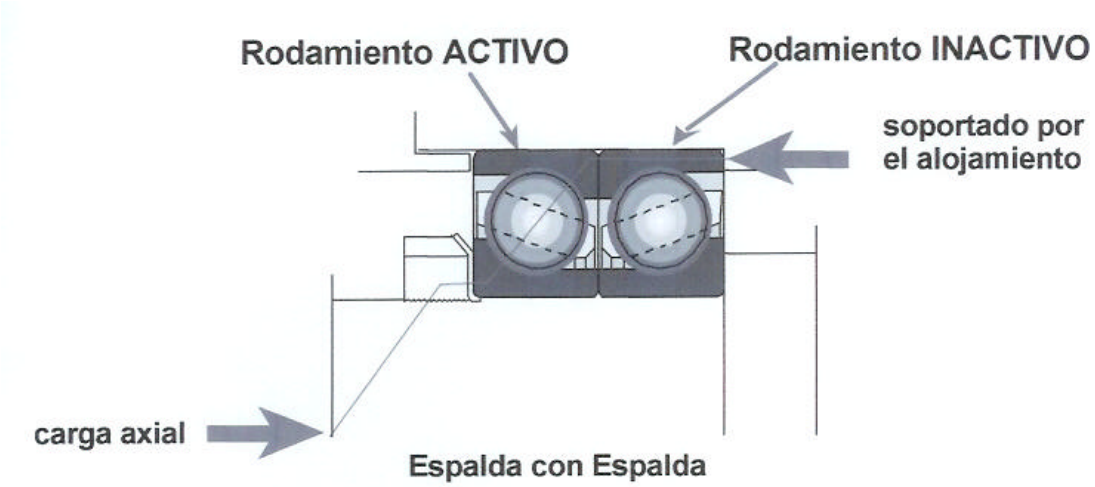


Fig. 3

Rodamientos de diseño especial para bombas centrifugas (API).

En la fig. 3 a continuación se muestra un arreglo de rodamientos con diseño especial optimizado para bombas centrífugas de diseño API. El rodamiento que soporta la carga predominantemente axial tiene un ángulo de contacto de 40º para máxima capacidad axial y el rodamiento opuesto tiene un ángulo de contacto de 15º, adecuado para soportar la carga radial.

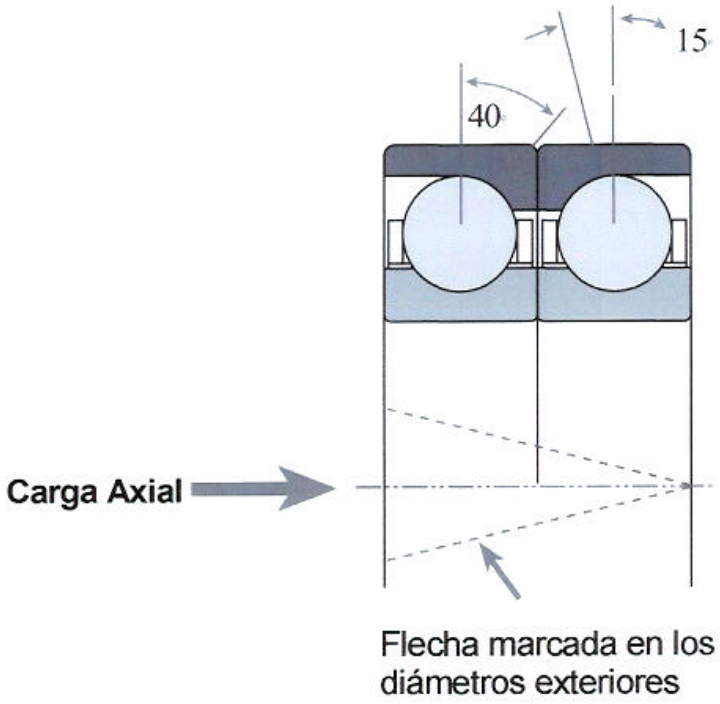


Fig. 3

Recomendaciones para la aplicación:

- Usar juego axial "Normal", a menos de que se haya definido la necesidad de precarga en base a condiciones bien conocidas de la aplicación.
- Tolerancias para flecha/alojamiento:
  - Acero al carbón – ISO k5 / H6.
  - Acero inoxidable – ISO j5 / H6.
- Procedimiento para el montaje de arreglo en parejas:
  - Calentar los rodamientos juntos (se recomienda calentador por inducción).
  - Fijar los rodamientos de inmediato en forma axial utilizando la tuerca.
  - Ya fríos los rodamientos colocar la arandela de fijación.
  - Apretar manualmente y además apretar 1/8 hasta ¼ de vuelta con una llave.

¡¡¡**Siempre utilizar rodamientos con jaulas metálicas**!!!
Los rodamientos con jaulas de poliamida si tienen mayor duración, pero cuando

finalmente falla, el material de la jaula amortigua y el rodamiento vibra menos y hace mucho menor ruido que un rodamiento con jaula metálica. Por esta razón los rodamientos con jaulas de poliamida pueden llegar hasta la falla total sin un previo aviso, lo cual puede causar accidentes de gran escala, sobre todo en la industria petrolera y petroquímica.

Rodamientos de dos Hileras de Bolas con Contacto Angular (Norma ANSI).

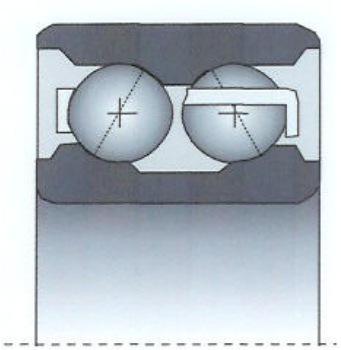


Fig. 4

Recomendaciones para la aplicación:

- Utilice rodamientos de diseño Conrad (sin escote de llenado) siempre que sea posible.
- Utilice rodamientos con juego interno "Normal", con excepción para:
  - Condiciones de altas temperaturas (> 80 ºC).
  - Altas velocidades (n > 75% de la velocidad nominal).
- Utilice tolerancias ISO k5 para la flecha (j5 para flechas de acero inoxidable) / H6 para el alojamiento.
- Seleccione un lubricante que tenga una viscosidad mínima de 13 cSt. (70 SUS) a la temperatura de operación.
- Aplique una carga radial mínima.

Lubricación con Niebla de Aceite.

Ventajas (Niebla Pura):

- Cumple con los requerimientos de la lubricación de los sistemas Tribo-Termo-Dinámicos para funcionar en el punto BEP (Punto de Máxima Eficiencia) de la manera más precisa (recomendada por la Norma API 610).
- Reducciones de los consumos de energía hasta en un 25% son posibles, sobre todo al reemplazar lubricación con baño de aceite y lubricaciones inadecuados con grasa.
- Reduce el consumo de aceite hasta en un 80%.

- Provee un sistema de lubricación segura en aplicaciones en áreas peligrosas.
- Provee confiabilidad al evitar errores humanos.
- Mejora y facilita la limpieza de los equipos.
- Mejora el sellado al presurizar las aplicaciones.
- Reduce la corrosión y mantiene las aplicaciones limpias debido al escurrimiento de aceite que produce en todas las superficies internas.
- Protege los equipos que están en stand-by.

Instalación de la Bomba.

Alineación.

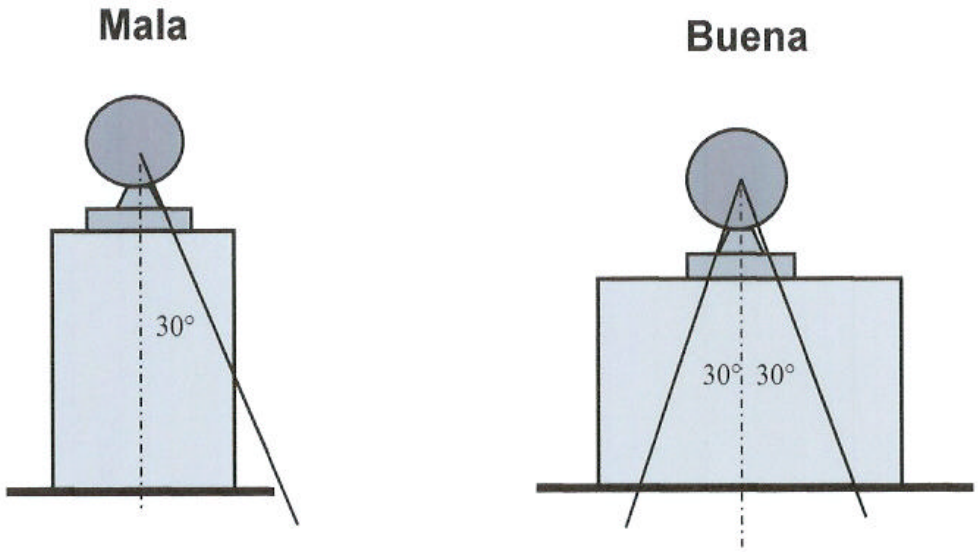
Se ha visto que además de una lubricación inadecuada, otra de las principales causas de las fallas de los rodamientos en las bombas es la desalineación.

La alineación debe de las bombas debe ser verificada:

- ✓ Antes del grouting de la placa de la base.
- ✓ Después del grouting de la placa de la base.
- ✓ Después de conectar la tubería.
- ✓ Después de la primera operación. (¡a la temperatura de operación!).
- ✓ En forma periódica como mantenimiento preventivo.
- ✓ Después de cambios en la operación que hayan afectado la temperatura o a la tubería, o cuando se haya dado servicio a la bomba.

Cimentación.

Otro problema muy común es lo que llamamos “soltura mecánica”. Esta es diagnosticada a través de análisis de vibración y en la mayoría de los casos son problemas relacionados con falta de robustez en la cimentación. En la Fig. 5 se indican recomendaciones generales sobre la cimentación.



La cimentación no es lo suficiente robusta, lo cual puede fomentar vibraciones.

La cimentación si es lo suficiente robusta lo cual va a minimizar las vibraciones.

La masa de la cimentación debe ser por lo menos cinco veces la masa de la bomba y el motor.

Fig. 5

Instalación de la Tubería.

Configuración ideal de la tubería.

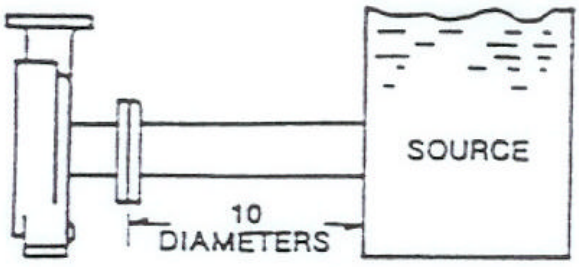


Fig. 6

Una configuración ideal de la tubería debe tener un tramo recto entre la fuente y la bomba con un largo mínimo de diez veces el diámetro del tubo.

Instalaciones de tuberías que generan problemas.

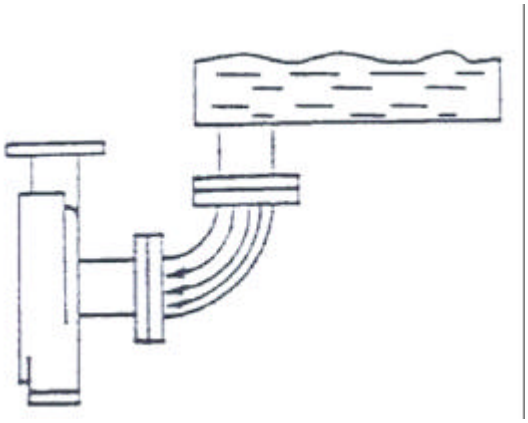


Fig. 7

Al tener un codo conectado en forma directa con la bomba se puede originar problemas de flujo. El líquido tiende a seguir la curvatura menos pronunciada, lo cual resultará en un flujo desigual al impulsor de la bomba. Esto en la mayoría de los casos genera cavitación en el impulsor.

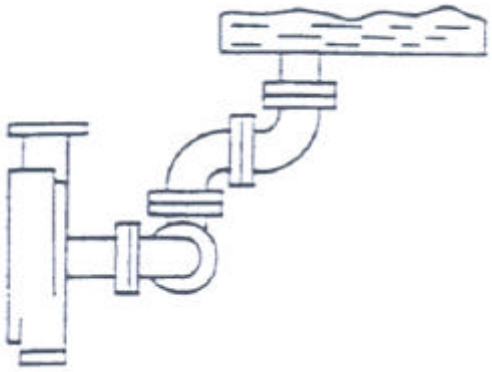


Fig. 8

Hay que evitar configuraciones con una multitud de codos, los cuales restringen el flujo y crean turbulencias.

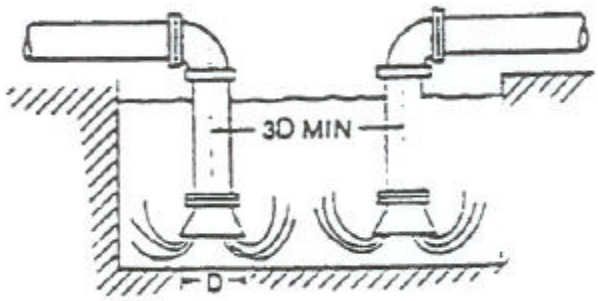


Fig. 9

Las aberturas de succión deben estar rodeadas de suficiente líquido para que las líneas de flujo se mantengan uniformes y no se crean turbulencias.

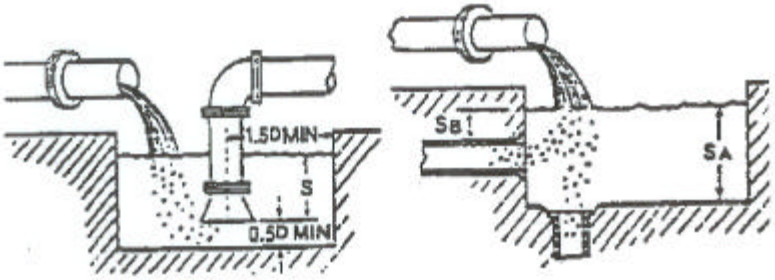


Fig. 10

Caídas libres de flujo jalan burbujas de aire dentro del recipiente. Si las líneas de descarga están colocadas demasiado cerca de las aberturas de succión, éstas pueden chupar las burbujas de aire.

La Confiabilidad de Rodamientos en Aplicaciones en Ventiladores Industriales.

Los ventiladores es un equipo que representa problemas muy frecuentes en la industria.
Muchas de estos problemas se deben a problemas con el diseño del mismo o una mala selección, dando como resultado ventiladores inadecuados para las condiciones de operación en que están funcionando.
Con frecuencia no se toma en cuenta factores como las temperaturas operación de los gases, la contaminación, las probabilidades de desbalance por acumulamiento de material en los álabes o el desgaste de los mismos. También es muy frecuente que el usuario modifica la velocidad del ventilador para poder incrementar su producción. Todo lo anterior afecta las condiciones de

operación de los rodamientos en forma directa, dando como resultados que las duraciones no son los esperados.
La lubricación también en los ventiladores es la causa de muchas de las fallas, al igual que en los motores eléctricos y las bombas centrífugas. Se repiten los mismos problemas de una lubricación inadecuada.

Ventiladores en Cantilíver o pedestales separados.

Los arreglos de ventiladores en Cantilíver pueden tener rodamientos con muy poca carga, sobre todo si la transmisión es vía cople. Los problemas típicos son:

- Cargas inferiores a las cargas mínimas para los rodamientos.
- Corrosión por contacto o giro del aro exterior en el alojamiento.
- Vibraciones.

En ventiladores con pedestales separados se pueden tener expansiones térmicas muy grandes de los ejes que pueden causar:

- Sobrecargas axiales.
- Sobrecalentamientos.
- Vibraciones.

Transmisión por cople o bandas.

Las transmisiones vía cople añaden cargas muy pequeñas en direcciones indeterminadas, lo cual puede causar el giro del anillo exterior en el alojamiento debido al ajuste de holgura.

Las transmisiones vía bandas añaden cargas radiales de magnitudes muy variadas, resultando en rodamientos con cargas radiales moderadas o hasta muy altas en los casos donde se deben tensionar mas las bandas por diferencias en las longitudes de las mismas.

El Rodamiento Toroidal – la Solución Ideal.

Hasta 1994 se había tenido el problema con rodamientos “libres” de tipo de rodillos a rótula que el rodamiento tenía que poder desplazarse axialmente en el alojamiento para absorber las dilataciones o contracciones de la aplicación, por lo que se usaba una tolerancia de holgura (H8 a G7) como estándar en los soportes bipartidos. A pesar del ajuste de holgura se requiere de cierta carga axial para mover el rodamiento debido a la resistencia causada por la carga radial que soporta, y sobre todo si ya tiene algún tiempo trabajando en la misma posición.
En 1994 fue inventado un nuevo tipo de rodamiento, llamado el rodamiento toroidal, Fig. 11. Este se caracteriza por que:

- Puede absorber desalineación hasta medio grado y un desplazamiento axial moderado simultáneamente.
- Únicamente puede absorber cargas radiales.
- Muy alta capacidad de carga radial.
- Tolera errores de forma del eje y el alojamiento.

Fig. 11

En la Fig. 12 se puede ver como una sola hilera de los rodamientos (ambos siendo rodamientos de rodillos a rótula) tiene carga cuando el rodamiento "libre" no se puede desplazar axialmente.

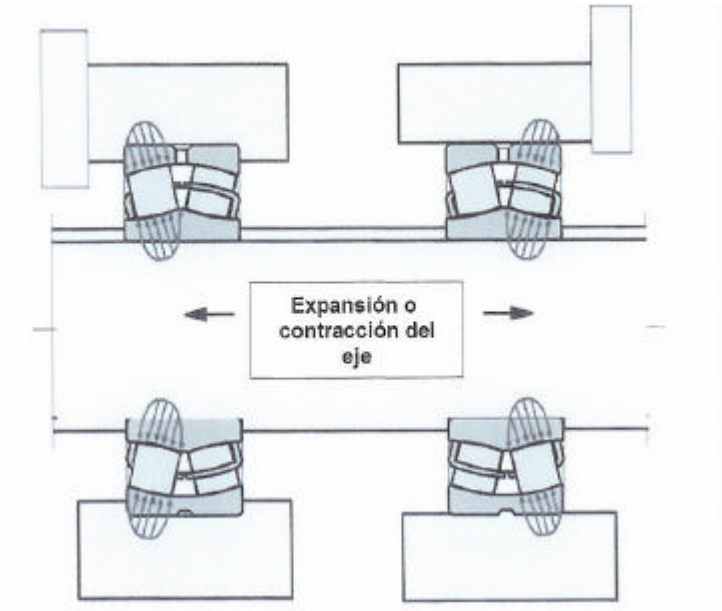


Fig. 12

En la siguiente Fig. 13 tenemos el rodamiento toroidal como rodamiento "libre", y como resultado una carga axial $\mathbf{F_a}$ nula entre los dos rodamientos. El anillo interior del rodamiento toroidal se puede desplazar axialmente en forma dinámica sin resistencia alguna dentro de su rango permitido por el diseño, de la misma forma que los anillos sin pestañas en los rodamientos de rodillos cilíndricos.

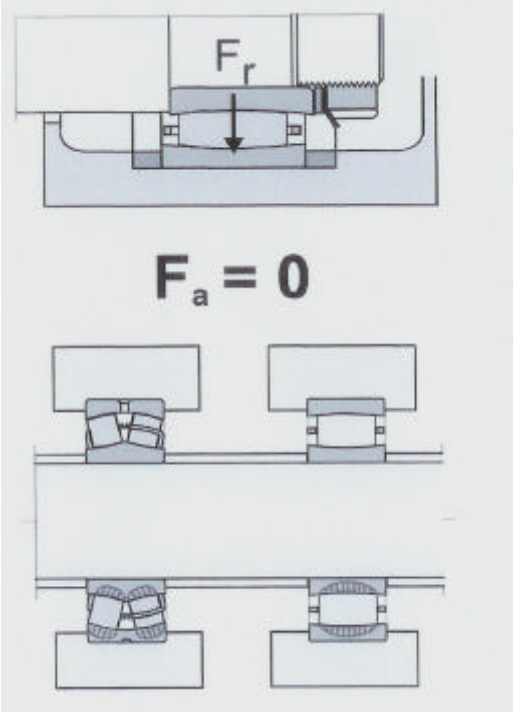


Fig. 13

Esta eliminación de la carga axial entre los dos rodamientos incrementa la duración de ambos por lo menos al doble. Este beneficio se manifiesta muy claramente tanto en una reducción fuerte en las temperaturas de operación, así como en los niveles de vibración (Fig. 14).

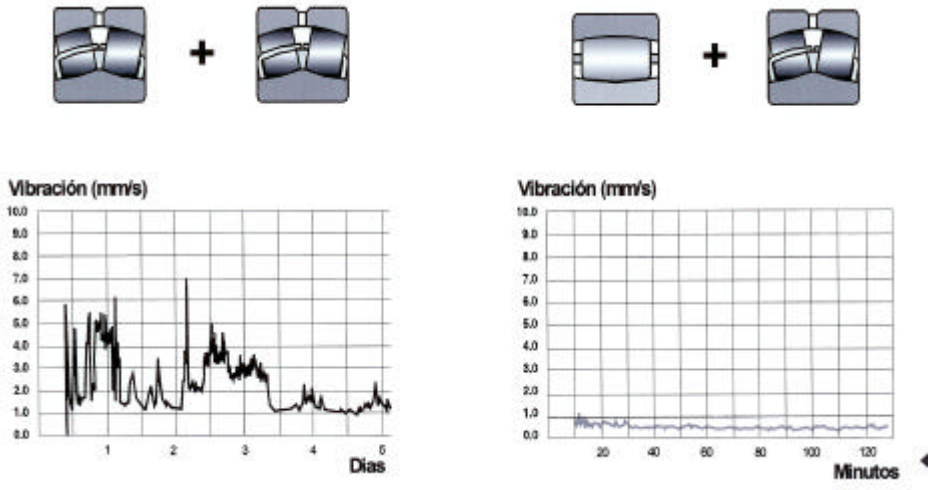


Fig. 14

El rodamiento toroidal ya está disponible por parte de dos fabricantes de rodamientos en una gama que cubre las aplicaciones más comunes de los rodamientos de rodillos a rótula, tomando en cuenta aplicaciones en la industria papelera, ventiladores y colada continua, entre otros.

Gracias!

Per Arnold Elgqvist O.
Director General, STLE México.
Presidente, Servicios Tecnológicos Corporativos, S.C.
E-mail: proactivo@aol.com

PERFIL DEL CONFERENCISTA

EXPERIENCIA PROFESIONAL

STLE, Society of Tribologists and Lubrication Engineers, Capítulo México.
Director General 2003 – 2004.

STC, SERVICIOS TECNOLÓGICOS CORPORATIVOS, S.C.
Presidente, enero 2003 a la fecha.
Empresa dedicada a la capacitación y asesorías en la confiabilidad de aplicaciones de rodamientos, la selección de rodamientos, su aplicación, mantenimiento y lubricación, monitoreo de funcionamiento y análisis de fallas.

SKF RELIABILITY SYSTEMS MÉXICO, (www.skf.com.mx) Puebla, Pue.,México
Gerente de SKF Reliability Systems Mexico, 2000 – Julio 2002.
Responsable por la promoción, ventas e implementación en México de todos los tipos de Contratos de Servicio para el Mantenimiento así como los Servicios Técnicos y Cursos Técnicos, desarrollados y promovidos por SKF Reliability Systems a escala mundial, con el fin de lograr la confiabilidad de la maquinaria rotativa. Contratos tales como Solución Integral para el Mantenimiento (IMS), Mantenimiento Proactivo para la Confiabilidad de la Maquinaria (PRM), Mantenimiento Predictivo (PdM) y Auditorias o Evaluaciones del Potencial y Oportunidad de Mejoras en el Mantenimiento de las industrias petroquímica, papelera, cementera y otros.

SKF DE MÉXICO, S.A. DE C.V. (www.skf.com.mx) Puebla, Pue.,Mexico
Gerente de Servicio Técnico 1990 – 2000.
Desde 1998 responsable de la introducción e implementación en México de los nuevos conceptos creados en SKF a nivel grupo para el mantenimiento en las plantas de los usuarios finales. Para tal fin implementó 4 Centros de Ingeniería y Mantenimiento (México

D.F., Monterrey, Guadalajara y Puebla). Desarrolló e implementó un paquete completo de cursos para rodamientos, sus diferentes aplicaciones y su mantenimiento.
Responsable desde 1990 de la implementación del concepto de valor agregado llamado Operación Sin Problemas (TFO), implementado con éxito como contrato con varios clientes de gran importancia como PIPSA, Crisoba, APASCO y Mexinox. Además coordinaba todos los servicios técnicos tradicionales de SKF así como la capacitación técnica a los usuarios, en forma directa o a través de los Distribuidores Autorizados SKF. Tenía a su cargo la capacitación y el desarrollo de todos los nuevos ingenieros de nuevo ingreso en SKF.
1990 a 1994 también responsable de la promoción, ventas y capacitación para el uso de los instrumentos para el mantenimiento predictivo de marca SPM así como la gama completa de productos para el análisis de vibración de SKF Condition Monitoring y las herramientas para el mantenimiento de SKF Maintenance Products.

SKF Industrias Mexicanas, S.A. de C.V., Puebla, Pue, Mexico
Gerente de Aseguramiento de Calidad e Ingeniería de Producto en la Planta de Puebla 1987 - 1990.
Responsable de implementar las especificaciones de calidad SKF y lograr el cumplimiento de las mismas en esta planta adquirida al 100% por el Grupo SKF a finales de 1986.. En 1999 esta ya se había logrado al 100% y además se producía el mismo volumen que en 1987 con la mitad de mano de obra. Encargado de agregar otro producto a la gama de fabricación de la planta, repuestos y chumaceras “Y”, principalmente para exportación a los Estados Unidos. Se redujo el costo de calidad más del 50%, principalmente a la exitosa implementación del Sistema de Aseguramiento de Calidad, pero también debido a la cancelación de la fabricación no rentable de componentes, homologando estos componentes de importación en su lugar.

Universidad de las Américas, Puebla
Cursos optativos 1988.
Profesor en un curso optativo “Los rodamientos como elemento mecánico, diseños, aplicaciones y su selección” para estudiantes de ingeniería mecánica e industrial durante los dos semestres el año 1988.

Antifricción, S.A. de C.V., Puebla, Pue., Mexico
Propietario y Gerente General, 1985 - 1987.
Iniciando 1985 estableció un negocio propio en Puebla como Distribuidos Autorizado SKF. Esta distribuidora fue autorizada por SKF Mexicana, debido a su enfoque técnico, especializada en suministrar soluciones a los clientes, tales como análisis de fallas y recomendaciones de acciones correctivas para evitar recurrencias, asesorías técnicas sobre la selección de rodamientos, aplicaciones lubricación así como un paquete completo de cursos de capacitación sobre los rodamientos, su aplicación y su mantenimiento.

Industria de Baleros Intercontinentales, S.A. de C.V. (IBISA), Puebla, Pue., México
Gerente de Control de Calidad e Ingeniería de Producto 1980 - 1985.

Esta planta en Puebla pertenecía a un joint venture, 60% propiedad del Grupo DESC y 40% de SKF. Todos los productos se fabricaban con la marca “ibi, Licencia SKF”.

SKF GROUP HEADQUARTERS, Gotemburgo, Suecia.
European Bearing Division, Product Specification & Development 1977 - 1979.
Responsable por el desarrollo y el mantenimiento de los sistemas SKF de designaciones de los productos, así como de la información sobre los equivalentes en otras marcas. Llevaba el control de todas las designaciones de las propuestas de nuevos productos y variantes y revisaba la justificación técnica de los mismos

Engineering & Research, Product Standards, Identification and Rationalization 1975 - 1977
Participó en la racionalización de la gama de variantes de productos que realizó el Grupo SKF para optimizar la gama de productos a ofrecer al mercado y así reducir los costos de fabricación, inventarios y distribución.

SKF Suecia, Fábrica de Gotemburgo
Supervisor de Control de Calidad en Departamento “Ultra”, rectificado ensamble y control final de rodamientos de superprecisión 1970 - 1975.
Participaba en el control final de rodamientos de precisión para husillos de máquinas herramienta, prototipos y los rodamientos fabricados para el motor de los aviones de la Fuerza Aérea. Responsable de la implementación del control de calidad en la nueva línea de fabricación de rodamientos para husillos construida en 1974.

EDUCACIÓN

Instituto Panamericano de Alta Dirección de Empresas, México City (www.ipade.mx)
Dirección de Empresa D-1
Oct 2000 - Junio 2001

Universidad de Gotemburgo, Suecia
Ingeniero Mecánico, titulado 1975

Servicio Militar en el Ejercito en Suecia 1967 a 1969
Graduado con el rango de Sargento Mayor

IDIOMAS
Español 100%,
Sueco 100%,
Inglés 95% y
Alemán 70%.

SEMINARIOS
“Lubrication Technology” en el SKF College of Engineering en Holanda.
“Mantenimiento Proactivo y Análisis de Aceite” por Noria Corporation Latinoamérica.

"The Seven Habits of Highly Affective People" por Franklin Covey.
"Strategical and Conceptual Selling" por Miller & Heiman.
"Paper Machine Monitoring & Analysis" por SKF Condition Monitoring.
"Management I" de Gustav Käser Training International.
"Trouble Free Operation" en SKF College of Engineering, Holanda.
"Technical Service Seminar" en SKF College of Engineering, Holanda.
"Rolling Bearing Technology Course" en SKF College of Engineering, Holanda.
"Rolling Bearing Technology Course" en SKF Suecia.

MEMBRESÍAS
STLE, Society of Tribologists and Lubrication Engineers.
Editorial de la revista "ConMantenimientoProductivo".
Atcp, asociación mexicana de técnicos de las industrias de la celulosa y del papel, a.c.

DATOS PERSONALES
Fecha de nacimiento - 7 de Agosto 1944.
Lugar de nacimiento - Uddevalla, Suecia.
Estado civil - Casado, dos hijos.
Ciudadanías - Mexicana y Sueca.
Años vividos en Suecia - 28.
Años vividos en Mexico – 31.